

?S PN=58101454

SI 1 PN=58101454

?T 1/5

1/5/1

DIALOG(R) File 347:JAPIO

(c) JPO & JAPIO. All rts. reserv.

01164054

ELECTRODE FOR SEMICONDUCTOR DEVICE

PUB. NO.: 58-101454 [JP 58101454 A]

PUBLISHED: June 16, 1983 (19830616)

INVENTOR(s): MORI MASAMICHI

KANAMORI SHUICHI

APPLICANT(s): NIPPON TELEGR & TELEPH CORP <NTT> [000422] (A Japanese Company or Corporation), JP (Japan)

APPL. NO.: 56-199489 [JP 81199489]

FILED: December 12, 1981 (19811212)

INTL CLASS: [3] H01L-029/46; H01L-029/48; H01L-029/91

JAPIO CLASS: 42.2 (ELECTRONICS -- Solid State Components)

JAPIO KEYWORD: R129 (ELECTRONIC MATERIALS -- Super High Density Integrated Circuits, LSI & GS

JOURNAL: Section: E, Section No. 197, Vol. 07, No. 204, Pg. 67, September 09, 1983 (19830909)

ABSTRACT

PURPOSE: To stabilize the ageing variation of a contactor resistance by superposing Al which contains TiN and Cu on an ohmic contact layer or a Schottky junction layer, thereby preventing a void from forming due to electromigration.

CONSTITUTION: A window is opened at an SiO(sub 2) film 2 on a diffused layer 8 of an Si substrate 1, Ti 3 is sputtered in Ar, TiN 4 is superposed by a reactive sputtering method in atmosphere having Ar and N or 5:1 of pressure dividing ratio, is annealed at 450c in N(sub 2), Ti(sub 4)Si(sub 3) is formed in the boundary between Si and Ti as an ohmic contact. Then, Al 7 which contains Cu is covered by a sputtering method on the TiN(sub 4). The range of containing Cu is 0.5-16wt%. According to this structure, Cu is segregated in Al grain boundary, thereby suppressing electromigration along the grain boundary. Accordingly, the production of voids can be prevented, thereby reducing the ageing variation in the contacting resistance. Since the TiN is interposed and Si diffusion is prevented from the substrate, the void in the substrate can be prevented, thereby obtaining stable electrode in large current.

⑨ 特 許 公 報 (B 2)

平3-3395

⑫ Int.Cl.⁴ 29/46 301 S 7638-5F
O H 01 L 21/28 301 Z 7738-5F
21/3205
29/46 Z 7638-5F
6810-5F H-01 L 21/88 N
発明の数 1 (全4頁)

⑬ 発明の名称 半導体装置の電極

審判 平1-14245

⑭ 特 願 昭56-199489

⑮ 公 開 昭58-101454

⑯ 出 願 昭56(1981)12月12日

⑰ 昭58(1983)6月16日

特許法第30条第1項適用 昭和56年10月9日 社団法人電子通信学会の「信頼性研究会」において発表

⑱ 発 明 者 森 正 道 東京都武蔵野市緑町3丁目9番11号 日本電信電話公社武蔵野電気通信研究所内

⑲ 発 明 者 金 森 周 一 東京都武蔵野市緑町3丁目9番11号 日本電信電話公社武蔵野電気通信研究所内

⑳ 出 願 人 日本電信電話株式会社 東京都千代田区内幸町1丁目1番6号

㉑ 代 理 人 弁理士 澤 井 敬 史

審判の合議体 審判長 平 沢 伸 幸 審判官 左 村 義 弘 審判官 内 野 春 吾

㉒ 参 考 文 献 特開 昭52-71174 (JP, A) 特公 昭50-7430 (JP, B1)

特公 昭50-24596 (JP, B1)

I

2

⑳ 特許請求の範囲

1 シリコン基板に形成された拡散層と、前記拡散層上に設けられたコンタクト開口部と、少なくとも前記コンタクト開口部を覆うように形成されたTi又はPtSi層と、前記Ti又はPtSi層上に形成されたTiN層と、前記TiN層上にCu入りAl層とを備えることを特徴とする半導体装置の電極。

発明の詳細な説明

(産業上の利用分野)

本発明は、半導体装置において、オーミック接触を容易にとることができ、大電流密度に耐える半導体装置の電極に関するものである。

(従来技術)

従来技術を第7図に示す。従来は、拡散層8を有するSi基板1上にSi入りAl電極10を直接接触させて電極を構成していた。

このような従来のアルミニウム電極では、高温におけるシリコンのアルミニウム中への拡散にもとづくアロイスバイク現象を防止するために、あらかじめ1～2%のSiをアルミニウム中に混入さ

せたSi入りAlが用いられてきた。しかし、Si入りAl電極では耐熱性という高い利点はあるものの、大電流を流すとプラス電極側のコンタクト面でのエレクトロマイグレーションによるSiのAl中への輸送が起り、Si中にピットを形成して浅い拡散層を破壊したり、第7図に示すように拡散抵抗のコンタクトではボイドを形成して拡散抵抗の実効的な長さが延びて抵抗値の経時変化を起すなどの欠点があつた。

(発明が解決しようとする課題)

本発明は、これらの欠点を除去するために、半導体の製造時に電極と拡散層との良好なオーミック接触を確保すること、および使用時におけるオーミック接触の安定性を得ること、ならびに第3層のSi入りAlのかわりにエレクトロマイグレーション耐量の優れたCu入りAl電極を用い、配線のエレクトロマイグレーション耐性を確保するとともに、TiN拡散バリアによりコンタクトのエレクトロマイグレーションによるボイド形成を防ぐことにより、電極と拡散層とのコンタクト部分

の経時的な変動を安定化することを目的とする。
(課題を解決するための手段)

シリコン基板に形成された拡散層と、前記拡散層上に設けられたコンタクト開口部と、少なくとも前記コンタクト開口部を覆うように形成されたTi又はPtSi層と、前記Ti又はPtSi層上に形成されたTiN層と、前記TiN層上に形成されたCu入りAl層とを備えることを特徴とする。

(作用)

- ① Cu入りAl層ではAlの粒界にCuが偏析し、粒界に沿ったエレクトロマイグレーションを抑制するため、ボイドの発生を防止できコンタクト部分の経時的な抵抗の変動を安定化することができる。
- ② Cu入りAl層がSi基板に直接接触しておらず、TiN層が間にあるためにSi基板からCu入りAl層へのSi原子のエレクトロマイグレーションを抑制するためコンタクト面でのボイドの発生を防止できる。
- ③ Tiは、オーミック接触を容易にとるための役割を果たす。

(実施例)

実施例 1

第2図は本発明の第1の実施例であり、コンタクトのエレクトロマイグレーションをなくすための一つの方法として、従来から金属相互の熱的拡散を防ぐ拡散バリアとして知られている窒化チタンをエレクトロマイグレーションによるSi原子の輸送を阻止するための障壁として使用したものである。すなわち、拡散層8を設けたSi基板1とのコンタクトに、チタン(Ti)又は白金シリサイド(PtSi) 3を第1層とし、第2層に窒化チタン(TiN) 4を、第3層にアルミニウム(Al) 5を用いたもので、2は絶縁層(SiO₂)を示す。

この構造ではアロイスバイクは生じないことから第3層には純Al 5を用いた。TiNはそれ自身安定な物質でありSi上に形成される自然酸化膜を還元できないためにオーミックコンタクトメタルとしてコンタクトに直接使用することができなかった。第2図中の3はチタン(Ti)であり熱処理によりチタンシリサイドに変化し、オーミックコンタクト層を形成する。オーミックコンタクト層は他の材料たとえば白金シリサイド(PtSi)を使うことも可能である。

しかし、このような構成をとつても、大電流密度の電流を通電すると、電流が流れ込む+側(図示の場合は上側)コンタクトの電極において、第3層のアルミニウム5がエレクトロマイグレーションを起こし、第3図に示すように、アルミニウム5が欠乏したボイド6が形成される。このようなボイド形成によつて、抵抗体となる拡散層8が実効的に延びること、実効的なコンタクト面積が縮小することによつてコンタクト部分の抵抗が増大し、経時変動が起きることが観測された。

実施例 2

第4図は本発明の第2の実施例であり、拡散層8を設けたSi基板にCu入りAl 7を直接接触させ、安定化を図るように構成したものであるが、AlとSi基板の反応に加えて、コンタクトのエレクトロマイグレーションによつて第5図に示すように、コンタクト面においてCu入りAl電極7の中にSi基板からSi原子が輸送されるためにボイド9が形成され、このボイド9によつて第2の構造と同様の経時変化が観測された。

実施例 3

第1図は本発明の第3の実施例であつて、1はSi基板、2は絶縁層、3はTi又はPtSi層、4はTiN層、7はCu入りAl電極、8は拡散層である。このように構成すると、大電流密度の電流を通電してもCu入りAl電極7とSi基板1とのエレクトロマイグレーションは、TiN層4で阻止される。Cu入りAl電極7は電極内でのエレクトロマイグレーション耐量に優れているため、第3図に示すようなボイド形成も防止される。したがつて、コンタクト部分の抵抗が経時変動しない安定な電極を得ることができる。

ここでTi 3は熱処理により、Siと反応し、窒化チタンを形成する。この反応層がオーミック接触層又はショットキ接合層として働く。拡散層の濃度が高い場合はオーミック接触になり、低い場合は、ショットキ接合となる。

また、Cu入りAl電極7のCuの量は重量%で0.5~16%が望ましい。0.5%以下ではエレクトロマイグレーションが起こりやすく、電極中にボイドが発生し、コンタクト部分の抵抗の経時変動をおこしやすい。また、16%以上ではボンディング部分で電極材料とボンディングワイヤ材料の相互拡散がおこりにくくなり、ボンディング部分の密着

5

性が悪くなる欠点があるからである。

第6図に電極として、従来のSi入りAl電極および改良を目的として作成した3種類の構成すなわちAl/TiN/Ti電極、Cu入りAl電極、Cu入りAl電極/TiN/Ti電極をそれぞれ用いた約10Ωの拡散抵抗について、大電流密度の電流を通電した場合の経時変動を比較して示す。この場合、Cu入りAl電極のCuの含有量は4重量%であり、各層の厚さはCu入りAl電極層は1.5ミクロン、TiN層は500Å、Ti電極層は500Åである。試験条件はコンタクトの電流密度 $4 \times 10^4 \text{ A/cm}^2$ 、抵抗体の温度300℃である。

この図から明らかなように、第1の改良構造である第2図の第3層の純Alをエレクトロマイグレーション耐量の優れたCu入りAlに代えた構成すなわち拡散バリアとCu入りAlの両方を兼ね備えた構成が最も安定な構成であることがわかる。
(発明の効果)

以上説明したように、本発明によればコンタクト部分の抵抗が安定な電極であるため、大電流を

6

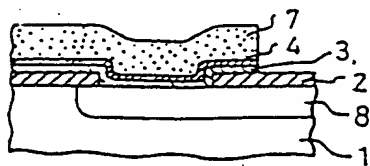
通電するハイパワートランジスタ、ハイパワーICの電極として利用できるほか、高密度化、微細化による大電流密度になるLSIの安定な電極として利用できる。特に、従来高精度のために個別部品の抵抗で代用されていたアナログLSIの大電流通電下で高精度が要求される高精度拡散抵抗の安定な電極として用いることができる利点がある。

図面の簡単な説明

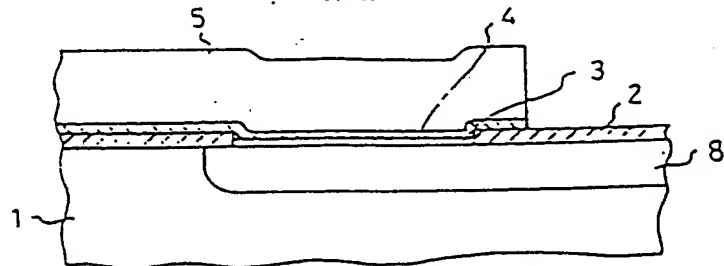
第1図は本発明の電極構成図、第2図は第1の実施例の説明図、第3図は第1の実施例のボイド説明図、第4図は第2の実施例の説明図、第5図は第2の実施例のボイド説明図、第6図は電通試験における経時変動説明図、第7図は従来技術の説明図である。

1……Si基板、2……絶縁層、3……Ti又はPtSi層、4……TiN層、5……Al電極、6, 9, 11……ボイド、7……Cu入りAl電極、8……拡散層、10……Si入りAl電極、12……Si粒、13……コンタクトホール。

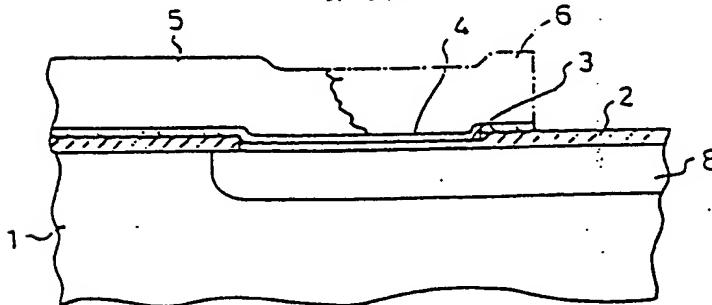
第1図



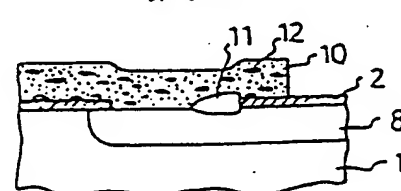
第2図



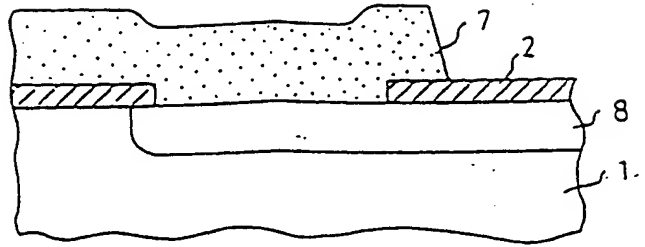
第3図



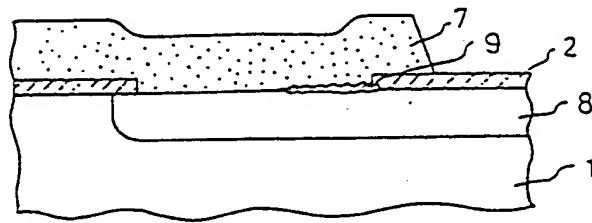
第7図



第4図



第5図



第6図

